

## PLASMA TREATMENT DEVICE

**Publication number:** JP9115694 (A)

**Publication date:** 1997-05-02

**Inventor(s):** KOSHIMIZU CHISHIO +

**Applicant(s):** TOKYO ELECTRON LTD +

**Classification:**

- **International:** *H05H1/46; C23C14/34; C23C16/50; C23C16/511; C23F4/00; H01L21/203; H01L21/205; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/46; C23C14/34; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/02; (IPC1-7): H05H1/46; C23C14/34; C23C16/50; C23F4/00; H01L21/203; H01L21/205; H01L21/3065*

- **European:**

**Application number:** JP19950297707 19951019

**Priority number(s):** JP19950297707 19951019

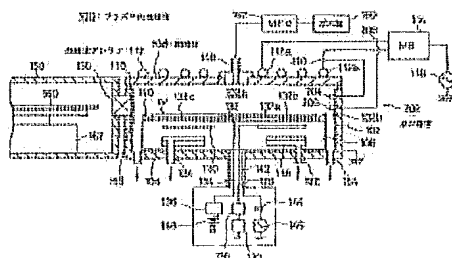
**Also published as:**

JP3150056 (B2)

### Abstract of JP 9115694 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma treatment device in which plasma can be easily ignited even in a low pressure atmosphere.

**SOLUTION:** A device is provided with spark generating means comprising a first and a second electrodes, an electromagnetic wave generating means such as a mercury lamp to generate a UV-ray, and a radiation generating means such as a radioactive isotope. At the time of igniting plasma, particles in a treatment chamber 102a are thus activated, thereby plasma can be easily excited even in a low pressure atmosphere.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-115694

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H	1/46		H 0 5 H 1/46	A
				B
C 2 3 C	14/34		C 2 3 C 14/34	T
	16/50		16/50	
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	A
審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 14 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-297707

(22) 出願日 平成7年(1995)10月19日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 興水 地塩

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

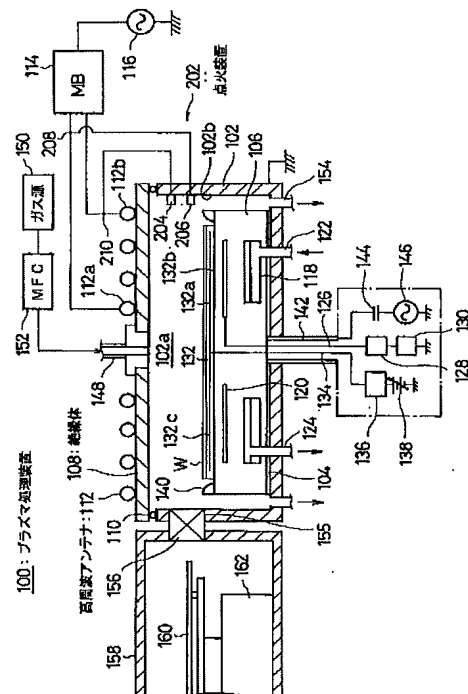
(74) 代理人 弁理士 亀谷 美明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 低圧雰囲気であってもプラズマを容易に点火できるプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 本装置は、第1および第2電極から成るスパーク発生手段204、206、紫外線を発する水銀ランプなどの電磁波発生手段222、フィラメントなどの熱電子発生手段232、放射線同位体などの放射線発生手段242を備えることにより、プラズマ点火時に、処理室102a内の粒子を活性化し、低圧雰囲気であっても容易にプラズマが励起されるように構成している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に誘導プラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内にスパーク電極を設け、プラズマ点火時にそのスパーク電極に電位を印加しスパークさせることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項2】 前記スパーク電極は前記高周波アンテナに高周波電力を印加するリード線に接続されていることを特徴とする、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記スパーク電極は、前記処理室内の内壁面に形成される凹部に収容されることを特徴とする、請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に誘導プラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室の透過窓を設け、プラズマ点火時に電磁波発生手段よりその透過窓を介して前記処理室内に電磁波を導入するように構成されていることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項5】 高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に誘導プラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内に熱電子発生手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項6】 前記熱電子発生手段は、前記処理室内の内壁面に形成された凹部に収容されることを特徴とする、請求項5に記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に誘導プラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内に放射線発生手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項8】 前記放射線発生手段は、前記処理室内の内壁面に形成された凹部に収容されることを特徴とする、請求項7に記載のプラズマ処理装置。

【請求項9】 マイクロ波を処理室内に導入してプラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内にスパーク電極を設け、プラズマ点火時にそのスパーク電極に電位を印加しスパークさせることを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項10】 前記スパーク電極は、前記処理室内の内壁面に形成される凹部に収容されることを特徴とする、請求項9に記載のプラズマ処理装置。

【請求項11】 マイクロ波を処理室内に導入してプラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理

を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内に熱電子発生手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項12】 前記熱電子発生手段は、前記処理室内の内壁面に形成された凹部に収容されることを特徴とする、請求項11に記載のプラズマ処理装置。

【請求項13】 マイクロ波を処理室内に導入してプラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置において、前記処理室内に放射線発生手段を設けたことを特徴とする、プラズマ処理装置。

【請求項14】 前記放射線発生手段は、前記処理室内の内壁面に形成された凹部に収容されることを特徴とする、請求項13に記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に係り、特に高周波誘導プラズマ処理装置やマイクロ波プラズマ処理装置などの、低圧力条件下でプラズマを点火することが可能なプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、被処理体、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という）などを処理室内においてプラズマ処理するための装置として、高周波（RF）を用いた平行平板型のプラズマ処理装置が広く採用されている。かかる平行平板型プラズマ処理装置は、いずれか一方の電極又は両方の電極に高周波を印加することにより、両電極間にプラズマを発生させ、このプラズマと被処理体との間の自己バイアス電位差により、被処理体の処理面にプラズマ流を流入させ、例えばエッチング処理を行うものである。

【0003】しかしながら、上記の如き平行平板型プラズマ処理装置では、半導体デバイスの超高集積化に伴って要求されるサブミクロン単位、さらにサブハーフミクロン単位の超微細加工を実施することは困難である。

【0004】すなわち、かかるプロセスをプラズマ処理装置により実施するためには、低圧雰囲気（例えば1～50mTorr）において、高密度のプラズマを高い精度で制御することが重要であり、しかもそのプラズマは大口径ウェハにも対応できるように、大面積で高均一なものであることが必要である。

【0005】このような技術的要求に対して、新しいプラズマソースを確立すべく、多くのアプローチがなされている。例えば、欧州特許公開明細書第379828号には、高周波アンテナを用いる高周波誘導プラズマ処理装置が開示されている。この高周波誘導プラズマ処理装置は、ウェハ載置台と対向する処理室の一面を石英ガラスなどの絶縁体で構成して、その外壁面に、例えば渦巻きコイルから成る高周波アンテナを設置し、この高周波アンテナに高周波電力を印加することにより処理室内に

高周波電磁場を形成し、この電磁場空間内を流れる電子を処理ガスの中性粒子に衝突させてガスを電離させ、プラズマを生成するように構成されている。

【0006】また、マイクロ波を利用したマイクロ波プラズマ処理装置も、低圧力下で高密度のプラズマを得るプラズマソースとして注目されている。このマイクロ波プラズマ処理装置は、マグネトロンから発振されたマイクロ波を導波管を介して処理室内に導入するとともに、このマイクロ波の電場と、それに対して垂直方向に形成されたソレノイドコイルによる磁場との相乗作用で、プラズマ中の電子にサイクロトロン運動を生じさせ、プラズマを生成するように構成されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このような高周波誘導プラズマ処理装置やマイクロ波プラズマ処理装置は、いずれも低圧力下で高密度のプラズマを安定して得ることができるものであるが、低圧力条件下では、電子の衝突が生じ難く、従ってプラズマの点火がし難いという問題を有していた。また上記プラズマ処理装置におけるプラズマの点火を促進するために、プラズマの点火時に処理室内の圧力を一時的に高める点火方法も提案されているが、プラズマが不安定になるとともに、スルーポットが落ちるという問題を有していた。

【0008】本発明は、従来のプラズマ処理装置が抱える上記のような問題点を鑑みてなされたものであり、簡単な構成で、低圧力条件下であっても迅速にプラズマの点火を行うことがプラズマ点火装置を備えた、新規かつ改良されたプラズマ処理装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によれば、請求項1～請求項8に記載のように、高周波アンテナを高周波電力を印加することにより処理室内に誘導プラズマを励起して、処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置、いわゆる高周波誘導プラズマ処理装置に適用可能なプラズマ点火装置が提供される。

【0010】まず、請求項1によれば、上記プラズマ処理装置は、その処理室内にスパーク電極を設け、プラズマ点火時にそのスパーク電極に電位を印加しスパークさせるように構成される。そして、このスパークにより低圧力条件下でもプラズマの点火を容易かつ迅速に行うことができる。

【0011】その際に、請求項2のように、スパーク電極を高周波アンテナを高周波電力を印加するリード線に接続するように構成すれば、次のような動作により、簡単な構造のプラズマ点火装置を構成できる。すなわち、プラズマが発生していない状態ではアンテナに電流が流れにくくアンテナ両端に高電圧がかかるので、リード線でつながれたスパーク電極でスパークが発生する。その結果、プラズマが点火すると、電流が高周波アンテナ側

に流れやすくなるため、スパーク電極に生じる電位は解消され、スパークが収まり、スパークによる汚染の発生が自動的に解消される。

【0012】なお、請求項3のように、スパーク電極を処理室内の内壁面に形成される凹部に収容することで、スパーク電極が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。

【0013】また、請求項4によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室の透過窓を設け、プラズマ点火時に電磁波発生手段（例えば、紫外線を発生する水銀ランプなど）により、その透過窓を介して前記処理室内に電磁波（例えば、紫外線）を導入するように構成される。従って、電磁波により処理室内のガスの電離が促進され、低圧力条件下であっても、プラズマの点火が容易かつ迅速に行われる。

【0014】また、請求項5によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室内に、例えば、フィラメントと引き出し電極から構成される熱電子発生手段を備えている。従って、この熱電子発生手段により、高周波誘導プラズマ点火時に、熱電子が処理室内に導入され、処理室内のガスに衝突し、ガスの電離が促進され、低圧力条件下であっても、プラズマの点火が容易かつ迅速に行われる。なお、請求項6のように、熱電子発生手段を処理室内の内壁面に形成される凹部に収容することで、熱電子発生手段が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。

【0015】また、請求項7によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室内に放射線発生手段（例えば、カリウム（K）、ルビジウム（Rb）、カドミウム（Cd）、インジウム（In）のような放射線同位体）を設けている。従って、高周波誘導プラズマ点火時に、放射線を処理室内のガスに照射することで、ガスの電離が促進され、低圧力条件下であっても、プラズマの点火が容易かつ迅速に行われる。その際に、請求項8のように、放射線発生手段を処理室内の内壁面に形成される凹部に収容することで、放射線発生手段が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。

【0016】上記課題を解決するために、本発明の第2の観点によれば、請求項9～請求項14に記載のように、マイクロ波を処理室内に導入してプラズマを励起して、前記処理室内の被処理体に対して処理を施す如く構成されたプラズマ処理装置、いわゆるマイクロ波プラズマ処理装置に適用可能なプラズマ点火装置が提供される。

【0017】まず、請求項9によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室内にスパーク電極を設け、プラズマ点火時にそのスパーク電極に電位を印加しスパークさせるように構成されている。従って、このスパークにより低圧力条件下でもプラズマの点火を容易かつ迅速に行うことができる。なお、請求項10のように、スパーク

電極を処理室内の内壁面に形成される凹部に收容することで、スパーク電極が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。

【0018】また、請求項11によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室内に、例えば、フィラメントと引き出し電極から構成される熱電子発生手段を設けている。この熱電子発生手段により、マイクロ波プラズマ点火時に、熱電子が処理室内に導入され、処理室内のガスに衝突し、ガスの電離が促進され、低圧力条件下であっても、プラズマの点火が容易かつ迅速に行われる。なお、請求項12のように、熱電子発生手段を処理室内の内壁面に形成される凹部に收容することで、熱電子発生手段が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。なお、請求項12のように、前記熱電子発生手段を前記処理室内の内壁面に形成された凹部に收容してもよい。

【0019】また、請求項13によれば、上記プラズマ処理装置は、前記処理室内に放射線発生手段（例えば、カリウム（K）、ルビジウム（Rb）、カドミウム（Cd）、インジウム（In）などのような放射線同位体）を設けている。従って、マイクロ波プラズマ点火時に、放射線を処理室内のガスに照射することで、ガスの電離が促進され、低圧力条件下であっても、プラズマの点火が容易かつ迅速に行われる。なお、請求項14のように、放射線発生手段を処理室内の内壁面に形成される凹部に收容することで、放射線発生手段が汚染源となる可能性を最小限に抑えることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら本発明に係るプラズマ処理装置のいくつかの実施の形態について詳細に説明する。

【0021】図1には、本発明の実施の第1の形態にかかる高周波誘導方式の誘導結合プラズマ（TCP）エッチング装置100が示されている。このプラズマエッチング装置110は、導電性材料、例えばアルミニウムなどからなる円筒あるいは矩形の角筒状に成形された処理容器102を有しており、所定のエッチング処理は、この処理容器102内に形成される処理室102a内で行われる。

【0022】前記処理容器102は接地されており、さらにその底部にはセラミックなどの絶縁板104を介して、被処理体、例えば半導体ウェハWを載置するための略円柱状の載置台106が設けられている。また載置台106の前記ウェハWの載置面とほぼ対向する処理容器102の天板部には、例えば石英ガラスやセラミックなどからなる絶縁材108がリングなどのシール部材110を介して気密に設けられており、この絶縁材108の外壁面には導体、例えば銅板、アルミニウム、ステンレスなどを渦巻き状、コイル状、あるいはループ状に形成した高周波アンテナ112が配置されている。このア

ンテナ112はプラズマを発生するためのアンテナ作用を呈する機能が有ればよく、周波数が高い場合には1ターンでも良い。

【0023】この高周波アンテナ112の両端子、即ち端子112aおよび端子112b間には、マッチング回路114を介してプラズマ生成用の高周波電源116が接続されている。

【0024】前記載置台106は、アルミニウムなどより形成された複数の部材をボルトなどにより組み付けることにより構成することが可能であり、その内部には、冷却手段118や加熱手段120などの温度調節手段が内設され、半導体ウェハWの処理面を所望の温度に調整することができるように構成されている。

【0025】この冷却手段118は、例えば冷却ジャケットなどから構成され、この冷却ジャケット内には、例えば液体窒素などの冷媒を、冷媒導入管122を介して導入可能であり、導入された液体窒素は同冷却手段118内を循環し、その間に核沸騰により冷熱を生じる。かかる構成により、例えば-196℃の液体窒素の冷熱が冷却手段118から載置台106を介して半導体ウェハWに対して伝熱し、半導体ウェハWの処理面を所望する温度まで冷却することが可能である。なお、液体窒素の核沸騰により生じた窒素ガスは冷媒排出管120より容器外へ排出される。

【0026】さらに載置台106には加熱手段120が配置されており、この加熱手段120は、例えば窒化アルミニウムなどの絶縁性焼結体にタングステンなどの導電性抵抗発熱体をインサートした構成で、この抵抗発熱体が電力供給リード126によりフィルタ128を介して電力源130から所望の電力を受けて発熱し、半導体ウェハWの処理面の温度を所望する温度まで加熱し、温度制御を行うことが可能なように構成されている。

【0027】さらに、前記載置台106の中央上面には、被処理体を保持するためのチャック部として、例えば静電チャック132が被処理体である半導体ウェハWと略同径大、好ましくは半導体ウェハWの径よりも若干小さい径で設けられている。この静電チャック132は、半導体ウェハWを載置保持する面としてポリイミド樹脂などの高分子絶縁材料からなる2枚のフィルム132a、132b間に銅箔などの導電膜132cを挟持した構成を有しており、その導電膜132cは、電圧供給リード134により、途中高周波をカットするフィルタ136を介して可変直流電圧源138に接続されている。したがって、その導電膜132cに例えば2kVの高電圧を印加することにより、静電チャック132の上側フィルム132aの上面にウェハWをクーロン力により吸着保持し得るように構成されている。

【0028】前記載置台106の周囲には、静電チャック132上の半導体ウェハWの外周を囲むように環状のフォーカスリング140が配置されている。このフォー

カスリング140は反応性イオンを引き寄せない絶縁性または導電性の材料からなり、反応性イオンを内側の半導体ウェハWにだけ効果的に入射せしめるように作用するものである。

【0029】そして前記載置台106には、中空に成形された導体よりなる給電棒142が接続しており、さらに、この給電棒142にはブロッキングコンデンサ144を介して高周波電源146が接続されており、処理時には例えば2MHzの高周波電力を載置台106に印加することにより、プラズマとの間にバイアス電位を生じさせプラズマ流を被処理体の処理面に効果的に引き寄せることが可能である。

【0030】さらに前記載置台106の天井部に配置される絶縁材108の中央部には処理ガス供給口148が設けられており、所定の処理ガス、例えばCF<sub>4</sub>ガスなどをガス源150よりマスフローコントローラ152を介して処理室102a内に導入することが可能である。

【0031】また、前記処理容器102の底部には排気管154が接続されて、この処理容器102内の雰囲気気を不図示の排気手段、例えば、真空ポンプにより排出し得るように構成されており、処理室102aの雰囲気気を任意の減圧度、例えば20mTorr以下の低圧雰囲気にまで真空引きすることが可能である。

【0032】さらに前記処理容器102の側部には被処理体搬入出口155が設けられ、この搬入出口155が図示しない駆動機構により自動開閉するゲートバルブ156を介してロードロック室158に連通している。そしてこのロードロック室158内には被処理基板である半導体ウェハWを一枚ずつ処理容器102内に搬送することが可能な搬送アーム160を備えた搬送機構162が設置されている。

【0033】さて、上記の如く構成されたプラズマ処理装置100において、プラズマ処理を施す場合には、絶縁材108を介して処理容器102の上部に設置された高周波アンテナ112に高周波電力を印加することにより、処理室102a内に高周波電磁場を形成し、この電磁場空間内を流れる電子を処理ガスの中性粒子に衝突させてガスを電離させ、プラズマを生成している。かかるプラズマ処理装置100によれば、低圧力で高密度のプラズマを安定して得ることができるが、例えば20mTorr以下の低圧力条件下では電子などの衝突が生じ難く、従ってプラズマの点火がし難かった。そこで、図1に示すプラズマ処理装置100にはプラズマ点火装置が設けられており、従来の装置のように、例えばプラズマ点火時に処理室内の圧力を上げて点火を行い、その後所定の処理圧力、例えば1mTorr～50mTorrにまで減圧するような処理を行わずとも、処理プロセスと同様の低圧雰囲気、例えば10mTorr程度であってもプラズマを点火することができる。

【0034】まず図1に示す第1の態様に係るプラズマ

点火装置202は、処理室102a内の側壁102bに取り付けられた第1電極204と第2電極206とから主に構成されている。これらの電極204、206は、例えば、タングステンやプラチナから構成され、プラズマを励起するに十分なスパークを発生させる部分を除き、セラミックス、石英などの絶縁体により被覆されていることが好ましい。そして、第1電極204は、高周波アンテナ112の第1端子112aとマッチング回路114を結ぶリード線中のノード208に接続されており、第2電極206は、高周波アンテナ112の第2端子112bとマッチング回路114を結ぶリード線中のノード210に接続されている。

【0035】以上のように、高周波アンテナ112への給電回路中に第1電極204と第2電極206から成るプラズマ点火装置202を接続することにより、プラズマ点火時に次のような動作を得ることができる。すなわち、高周波アンテナ112に対して給電を開始した時点では、処理室112a内にはプラズマが存在しないので、高周波アンテナ112には電流が流れ難く、高電圧が立ち、第1および第2電極204、206間にスパークを生じさせる。そして、このスパークにより処理室112a内の処理ガスの分子や原子などが活性化し、低圧力雰囲気であっても容易にプラズマが励起される。このようにしてプラズマが励起されるとプラズマのインピーダンスが低下し、電流が高周波アンテナ112に流れやすくなるので、アンテナ両端の電圧は下り、安定したプラズマが得られるとともに、第1および第2電極204、206間のスパークは停止または減じられる。このように、本実施例によれば、第1および第2電極204、206を高周波アンテナ112への給電回路に介装するだけで、プラズマ点火時にだけ有効に作用する簡便な構成のプラズマ点火装置202が得られる。

【0036】図2には、図1に示すプラズマ点火装置202の別の形態が示されている。なお、この第2の形態および以下の記載において、図1に示すプラズマ処理装置100の構成部材と同一の機能構成を有する構成部材については、同一の参照番号を付することにより、重複説明を省略することにする。このプラズマ点火装置202aは、先のプラズマ点火装置202と同様に、処理室102a内に設置された第1電極204aと第2電極206aとを備えている。この第2の形態にかかるプラズマ点火装置202は、第1の形態とは異なり、プラズマ高周波アンテナ112への給電回路とは別個に構成されており、さらにスパーク用電源220および制御器222を備えている。プラズマ点火時には、制御器222は、高周波電源116およびスパーク用電源220の双方にトリガ信号を送り、第1および第2電極204a、206a間にスパークを発生させるとともに、高周波アンテナ112に高周波電流を印加する。処理室102a内ではスパークにより粒子が活性化されており、高周波

誘導によるプラズマの励起が生じやすい状態となるので、例えば20mTorr以下の低圧雰囲気であっても、容易にプラズマを点火できる。そして、プラズマの点火が確認された後に、スパーク用電源220を切り、スパークを停止することができる。もちろん用途によっては、プラズマ点火後も継続してスパークを発生させても良い。

【0037】図3には、図1に示す第1の形態にかかるプラズマ点火装置202のさらに別の形態が示されている。この第3の形態にかかるプラズマ点火装置202bの回路的な構成については、第1の形態にかかるプラズマ点火装置202と実質的に同様である。ただし、本実施例の場合には、処理容器102の内壁102bの一部に凹所102cが設けられており、第1の電極204bと第2の電極206bは、この凹所102c内に設置されている。かかる構成により、スパークを発生させる際に、第1および第2の電極から生じる可能性があるコンタミネーションが処理室102cに与える影響を最小限に抑えることができる。さらに、上記の凹所102cに排気孔（不図示）を設け、発生しうるコンタミネーションを逐次排気するように構成しても良い。なお、以下に示す実施形態においてもプラズマ点火装置を処理室の凹所に配置する場合には、同様の構成を採用できる。

【0038】なお図1～図3に示すプラズマ点火装置220、220a、220bでは、一対の第1および第2電極204、206、204a、206a、204b、206bのみを示したが、複数対の電極を配置することも可能であることは言うまでもない。

【0039】図4には、本発明の実施の第4の形態にかかるプラズマ点火装置220が実装されたプラズマ処理装置100aが示されている。このプラズマ点火装置220は、電磁波を発生させる電磁波発生装置222（例えば、紫外線を発生させる水銀ランプ）と、水銀ランプ222に電力を印加する電源224と、紫外線ランプ222のオンオフおよび高周波電源116のオンオフを制御する制御器226とから構成されている。本形態において使用される電磁波は、石英などの透明材料を透過する。従って、処理容器102の側壁の一部に石英などから成る透過窓102dを設け、プラズマ点火装置220を処理容器102の外部に設置して、この透過窓102dを通して電磁波（図中、点線で示す。）を処理室102a内に導入することができる。

【0040】かかる構成によれば、プラズマ点火時に、制御器226より高周波電源116および電磁波発生用電源224の双方にトリガ信号を送り、電磁波を処理室102c内に導入しながら高周波アンテナ112に電流を印加することにより、電磁波により粒子が活性化された状態の処理室102a内に高周波が導入されるので、例えば20mTorr以下の低圧雰囲気であっても、容易に高周波誘導プラズマを励起させることができる。な

おプラズマ点火後には、紫外線ランプ222を切って電磁波の照射を停止しても良いし、そのまま点灯させて電磁波を照射し続けても良い。なお図示の例では、電磁波発生装置として紫外線ランプを例示したが、本発明はかかる実施例に限定されず、例えば、マイクロ波発生装置などを電磁波発生装置として採用できる。

【0041】なお図示の例では、水銀ランプ222はリフレクタ222aを備えており、発生した紫外線を集光して、処理室102c内に導入することにより、プラズマ点火の効率のアップが図られている。さらに複数の水銀ランプを設置して、プラズマ点火の効率アップを図っても良い。あるいは、適当な光学系を用いて電磁波を処理室102a内の所定のポイントまたは領域に集光するように構成することもできる。上記実施態様では、処理容器102の側壁に透過窓102dを設けたが、処理容器102の天井部に配される絶縁材108としてSiO<sub>2</sub>や透明なAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いる場合には、水銀ランプを絶縁材108の上方に配置し、その絶縁材108を介して電磁波を処理室102c内に導入するように構成しても良い。

【0042】図5には、本発明の実施の第5の形態にかかるプラズマ点火装置230が実装されたプラズマ処理装置100bが示されている。このプラズマ点火装置230は、処理室102c内に設置されたフィラメントなどの熱電子発生手段232と、熱電子発生用電源234と、フィラメントのオンオフおよび高周波電源116のオンオフを制御する制御器236とから主に構成されている。なお熱電子発生手段232を構成するフィラメントの材料としては、例えばタングステンを用いることができる。

【0043】かかる構成によれば、プラズマ点火時に、制御器236より高周波電源116および熱電子発生用電源234の双方にトリガ信号を送り、熱電子（図中、点線で示す。）を処理室102c内に発生させながら、高周波アンテナ112に電流を印加することにより、熱電子により活性化された状態の処理室102a内に高周波を導入できるので、20mTorr以下の低圧雰囲気であっても容易に高周波誘導プラズマを励起させることができる。なおプラズマ点火後には、電源234を切って、熱電子の発生を停止しても良いし、そのまま熱電子の発生を継続しても良い。

【0044】図6には、本発明の第6の実施形態にかかるプラズマ点火装置230aが示されている。この第6の実施形態にかかるプラズマ点火装置230aの基本的構成は、第5の実施形態にかかるプラズマ点火装置230と実質的に同じであり、フィラメント232a、電源234a、制御器236aを備えている。ただし、この第5の実施形態にかかるプラズマ点火装置230は、図3に示す第3の実施形態にかかるプラズマ点火装置202bと同様に、処理室102aの側壁に設けられた凹部1

02c内に收容されて、フィラメント232aから発生するコンタミネーションが処理室102c内に与える影響を最小限に抑えるように構成されている。さらに、上記の凹部102cには対向電極238aが設置されており、フィラメント232aからより多くの熱電子を引き出すことが可能なように構成されている。

【0045】図7には、本発明の第7の実施形態にかかるプラズマ点火装置240が示されている。このプラズマ点火装置240は、処理室102aの内壁面に放射線同位体、例えばカリウム(K)、ルビジウム(Rb)、カドミウム(Cd)、インジウム(In)などの放射線発生手段242を貼設したものである。かかる構成によれば、放射線発生手段242より放射線(図中、点線で示す。)が処理室102c内に照射され、処理ガス粒子に衝突して活性化し、プラズマの励起が促進される。従って、20mTorr以下の低圧雰囲気であっても、容易にプラズマを点火することができる。なお、図示の例では、放射線発生手段242として放射線同位体であるカリウム(K)、ルビジウム(Rb)、カドミウム(Cd)、インジウム(In)を挙げたが、本発明はかかる例に限定されず、各種放射線発生手段を用いて、処理室102a内に放射線を発生させることができる。

【0046】図8には、本発明の第8の実施形態にかかるプラズマ点火装置240aが示されている。このプラズマ点火装置240aは、図7に示す点火装置240と実質的には同様の構成を有しており、放射線発生手段242aを処理室102aの内壁面に備えている。しかし、この第8の実施形態にかかるプラズマ点火装置240aでは、図3に示す第3の実施形態および図6に示す第6の実施形態と同様に、処理室102aの側壁の一部に凹部102cが設けられており、この凹部102c内に放射線同位体242aが收容し、放射線同位体242aが汚染源となり難いように構成されている。

【0047】以上、本発明にかかるプラズマ点火装置を高周波誘導方式の誘導結合プラズマエッチング装置に適用した実施形態について説明したが、本発明はかかる装置に限定されず、以下に説明するようなマイクロ波プラズマエッチング装置にも適用することができる。

【0048】図9には、本発明の第9の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置300が示されている。このエッチング装置300は、導電性材料、例えばアルミニウムなどからなる円筒あるいは矩形の角筒状に形成された処理容器302を有しており、所定のエッチング処理は、この処理容器302内に形成される処理室302a内で行われる。

【0049】前記処理容器302は接地されており、さらにその底部にはセラミックなどの絶縁板(不図示)を介して、被処理体、例えば半導体ウェハWを載置するための略円柱状の載置台304が設置されている。また載置台304の前記ウェハWの載置面とほぼ対向する処理

容器302の天板部には、例えば石英ガラスやセラミックからなる絶縁材306がリングなどのシール部材(不図示)を介して気密に設けられている。そして、この絶縁材306の上面を覆うように中空の略円柱台形状の導波管308の一部を成すマイクロ波導入部308aが設けられている。導波管308はこのマイクロ波導入部308aの頂部から延びて、途中チューナ310を介して、例えば2.45GHzのマイクロ波を発生するマイクロ波発振器312に接続されている。

【0050】前記載置台304は、アルミニウムなどより形成された複数の部材をボルトなどにより組み付けることにより構成することが可能であり、その内部には、液体窒素などの冷媒を循環させることが可能な冷却ジャケットなどの冷却手段314や、抵抗発熱体などから構成される加熱手段316などの温度調節手段が内設され、半導体ウェハWの処理面を所望の温度に調整することができるように構成されている。

【0051】前記載置台304には、中空に成形された導体よりなる給電棒318が接続しており、さらに、この給電棒318には高周波電源320が接続されており、処理時には、例えば2MHzの高周波電力を載置台304に印加することにより、プラズマとの間にバイアス電位を生じさせプラズマ流を被処理体の処理面に効果的に引き寄せることが可能である。

【0052】さらに上記処理容器302の側壁上部には処理ガス供給口322が設けられており、所定の処理ガス、例えばCF<sub>4</sub>ガスをガス源より不図示のマスフローコントローラを介して処理室302a内に導入することが可能である。

【0053】また前記処理容器302の底部には排気管324が接続されて、この処理容器302内の雰囲気気を不図示の排気手段、例えば、真空ポンプにより排出し得るように構成されており、処理室102aの雰囲気気を任意の減圧度、例えば20mTorr以下の低圧雰囲気にまで真空引きすることが可能である。

【0054】さらに前記処理容器302の側壁外周域にはソレノイドコイル326が設置されている。このソレノイドコイル326は、導波管308を介して処理室302a内に導入されたマイクロ波の電場に対して垂直方向を成す磁場を発生させるためのものである。このマイクロ波の電場とソレノイドコイルによる磁場との相乗作用により、プラズマ中の電子にサイクロトロン運動を生じさせ、これによって、例えば20mTorr以下の低圧力下でも高密度のプラズマを得ることができる。しかし、従来、かかる低圧力条件下では電子などの衝突が生じ難く、従ってプラズマの点火がし難かった。そこで、図示のマイクロ波プラズマエッチング装置300にはプラズマ点火装置330が設けられている。

【0055】図9に示す本発明の第9の実施形態にかかるプラズマ点火装置330は、処理室302a内の内壁

302bに取り付けられた第1電極332と第2電極334と、これらの電極にスパーク用電圧を供給するスパーク用電源336と、このスパーク用電源336およびマイクロ波発振器312を制御する制御器338とから主に構成されている。これらの電極332、334は、例えば、タングステンや白金から構成され、プラズマを励起するに十分なスパークを発生させる部分を除き、セラミックス、石英などの絶縁体により被覆されていることが好ましい。

【0056】プラズマ点火時に、制御器338は、スパーク用電源336およびマイクロ波発振器312にトリガ信号を送り、第1および第2電極332、334間にスパークを発生させながら、処理室302a内にマイクロ波を導入する。その際に、スパークにより処理室302a内の粒子は励起されるので、低圧雰囲気であっても容易にプラズマを点火することができる。そして、プラズマの点火が確認された後に、スパーク用電源336を切り、スパークの発生を停止することができる。もちろん用途によっては、プラズマ点火後も継続してスパークを発生させても良い。

【0057】なお図示の実施形態においては、処理室302aの内壁面に一对の電極を配した構成を示したが、本発明はかかる例に限定されない。例えば、複数対の電極を配したり、処理室302aの内壁面に凹部を設け、そこに電極を配する構成を採用することも可能である。

【0058】図10には、本発明の第10の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置300aが示されている。このマイクロ波プラズマエッチング装置300aの基本的構成は、図9に示す装置と実質的に同様である。しかし、この第10の実施形態においては、プラズマ点火装置340は、処理室302aの内壁面に形成された凹所302c内に設置されたフィラメントなどの熱電子発生手段342と、対向電極344と、熱電子発生用電源346と、フィラメントのオンオフおよびマイクロ波発振器312のオンオフを制御する制御器348とから主に構成されている。なお熱電子発生手段342を構成するフィラメントの材料としては、例えばタングステンを用いることができる。また対向電極344は、例えばステンレスから構成できる。

【0059】かかる構成によれば、プラズマ点火時に、制御器348よりマイクロ波発振器312および熱電子発生用電源346の双方にトリガ信号を送り、熱電子を処理室302c内に発生させながら、マイクロ波を処理室302a内に導入する。その際、フィラメントから発生する熱電子により、処理室302c内の処理ガスの粒子が活性化し、そこにマイクロ波を導入することにより、容易にプラズマを点火することができる。プラズマ点火後には、電源346を切って、熱電子の発生を停止しても良いし、そのまま熱電子を発生し続けても良い。なお図示の例では、専用の熱電子発生装置としてフィラ

メントを例示したが、本発明はかかる実施形態に限定されず、例えば、電離真空計などを熱電子発生装置として代用することができる。また、図示の例では、フィラメントを処理室302aの内壁面に形成された凹所に収容しているが、フィラメントを処理室302aの内壁302bに直接配することもできる。なお対向電極はより多くの熱電子をフィラメントから引き出すためのものであり、場合によっては省略することもできる。

【0060】図11には、本発明の第11の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置300bが示されている。このマイクロ波プラズマエッチング装置300bに実装されるプラズマ点火装置350は、処理室302aの内壁面302bに形成された凹所302cに放射線同位体、例えばカリウム(K)、ルビジウム(Rb)、カドミウム(Cd)、インジウム(In)などの放射線発生手段352を貼設したものである。かかる構成によれば、放射線発生手段352より放射線(図中、点線で示す。)が処理室302c内に照射され、処理ガス粒子に衝突して活性化し、プラズマの励起が促進される。従って、20mTorr以下の低圧雰囲気であっても、容易にプラズマを点火することができる。なお、図示の例では、放射線発生手段352として放射線同位体であるカリウム(K)、ルビジウム(Rb)、カドミウム(Cd)、インジウム(In)を挙げたが、本発明はかかる例に限定されず、各種放射線発生手段を用いて、処理室301a内に放射線を発生させることができる。

【0061】もちろんこの実施形態の場合にも、放射線発生手段を処理室302aの内壁面302bに直接貼設したり、あるいは放射線発生手段を処理室302a内の複数箇所に設置することもできる。

【0062】以上、本発明のいくつかの好適な実施形態にかかるプラズマ処理装置について、高周波誘導結合プラズマエッチング装置、およびマイクロ波プラズマエッチング装置を例に挙げて説明したが、本発明はかかる実施例に限定されず、ヘリコン波プラズマエッチング装置など、低圧処理に適した各種プラズマエッチング装置に適用できる。さらに本発明は、エッチング装置に限定されず、アッシング装置、成膜装置、スパッタリング装置などの各種プラズマ処理装置にも適用することが可能である。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、スパーク電極、熱電子発生手段、電磁波発生手段、放射線発生手段などを備えたプラズマ点火装置を用いることにより、プラズマ点火時に、処理室内のガス粒子を活性化するので、例えば20mTorr以下の低圧雰囲気であっても、容易にプラズマを点火することができる。その際に、プラズマ点火装置を処理室内の内壁に形成された凹所に収納することにより、プラズマ点火装置が処理室内の汚染源となることを防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる高周波誘導結合プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

【図2】本発明の第2の実施形態にかかるプラズマ点火装置の概略を示すように部分拡大した構成図である。

【図3】本発明の第3の実施形態にかかるプラズマ点火装置の概略を示すように部分拡大した構成図である。

【図4】本発明の第4の実施形態にかかる高周波誘導結合プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

【図5】本発明の第5の実施形態にかかる高周波誘導結合プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

【図6】本発明の第6の実施形態にかかるプラズマ点火装置の概略を示すように部分拡大した構成図である。

【図7】本発明の第7の実施形態にかかる高周波誘導結合プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

【図8】本発明の第8の実施形態にかかるプラズマ点火装置の概略を示すように部分拡大した構成図である。

【図9】本発明の第9の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

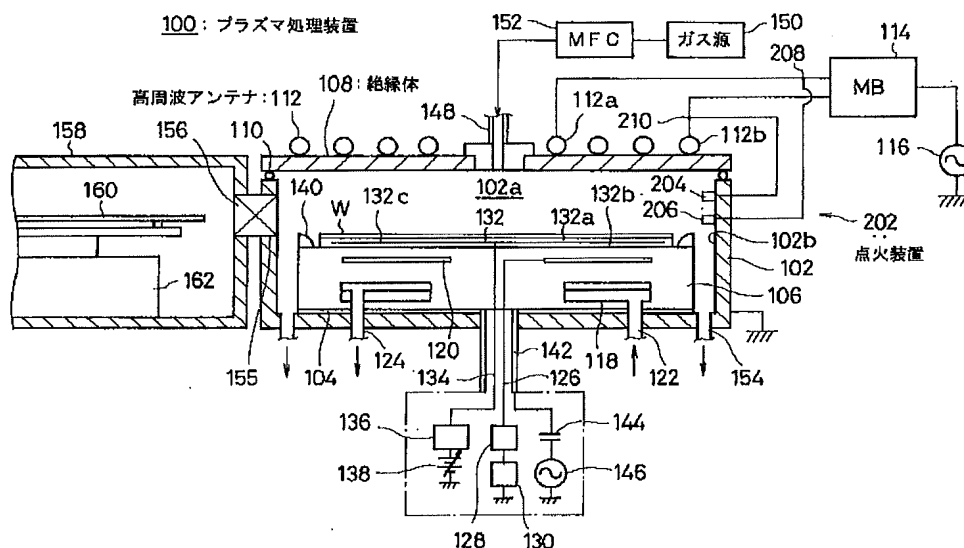
【図10】本発明の第10の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

【図11】本発明の第11の実施形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置の概略構成を示す構成図である。

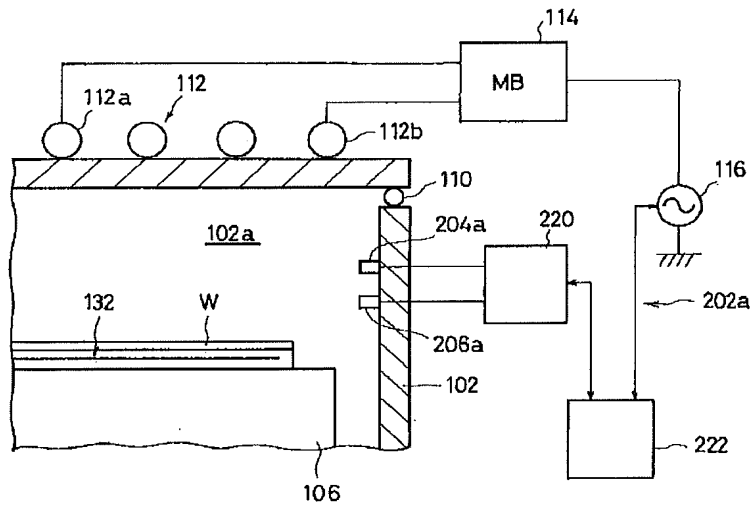
## 【符号の説明】

100	プラズマ処理装置
102	処理容器
102a	処理室
102b	処理室内壁
102c	処理室の凹所
106	載置台
112	高周波アンテナ
114	マッチングボックス
116	高周波電源
202	プラズマ点火装置
204	第1電極
206	第2電極

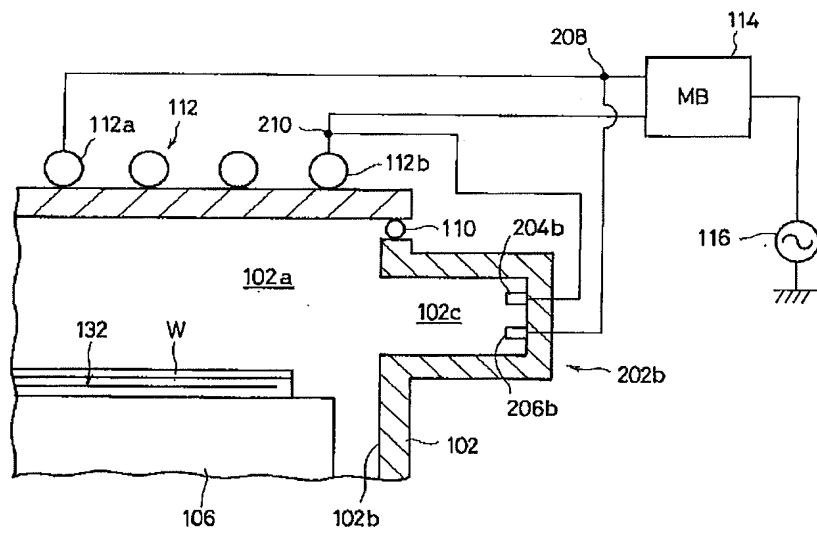
【図1】



【図2】

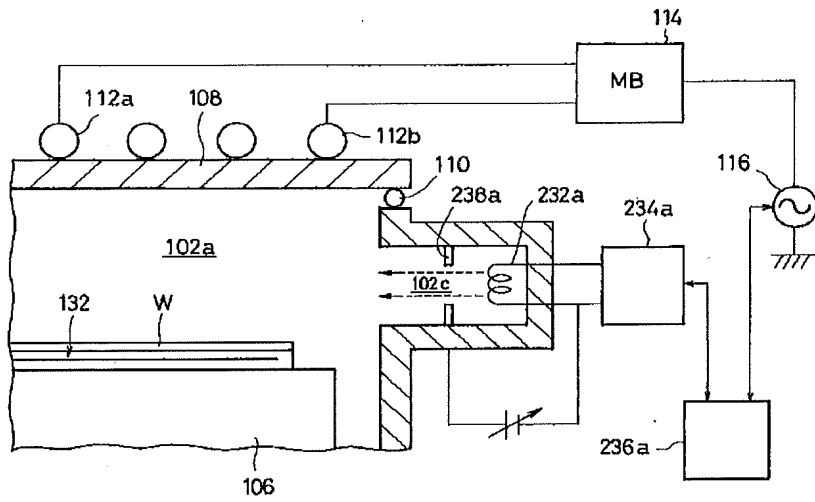


【図3】

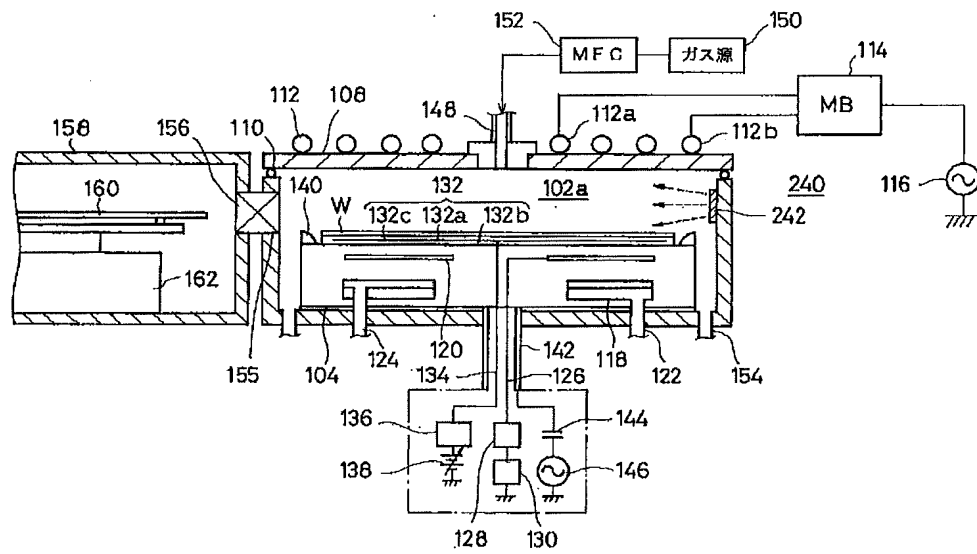




【図6】

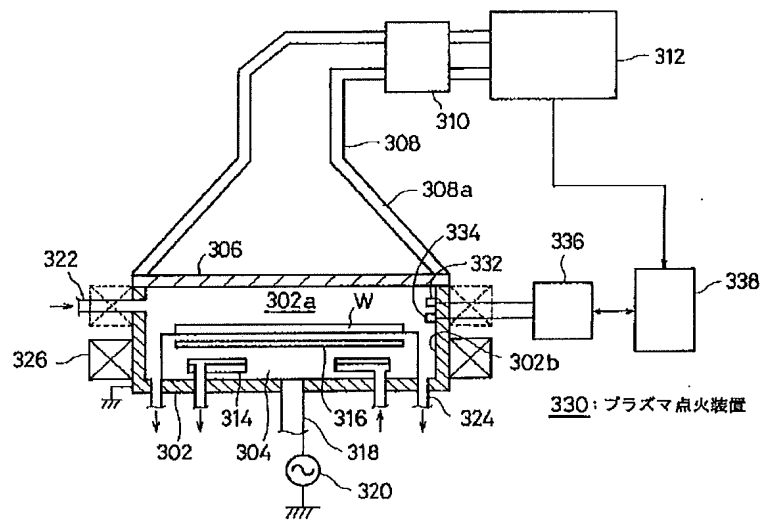


【図7】

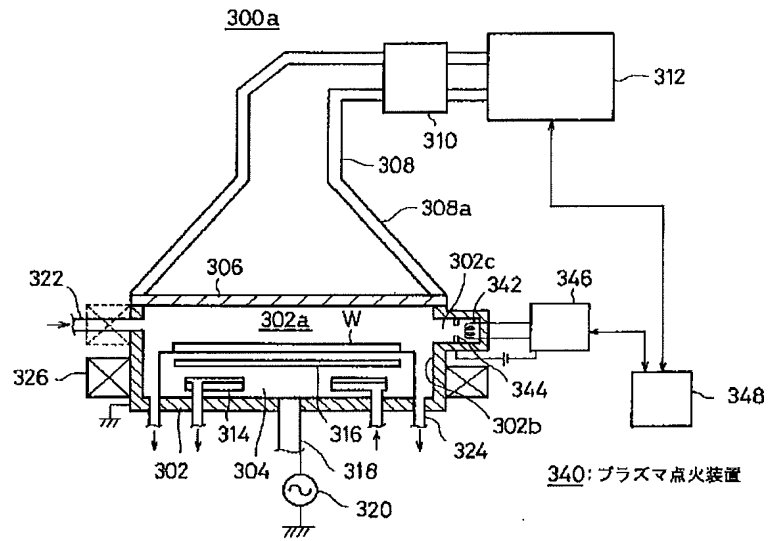


This cross-sectional view shows a semiconductor device with a trench structure. A substrate 106 is at the base. A layer 102 is formed on the substrate, with a trench 102a extending into it. The trench 102a has a bottom surface 102c. A layer 108 is formed on the top surface of the substrate 106. A layer 110 is formed on the side surface of the trench 102a. A layer 132 is formed on the bottom surface of the trench 102a. A layer 240a is formed on the side surface of the trench 102a, and a layer 242a is formed on the bottom surface of the trench 102a. A layer 112 is formed on the top surface of the layer 108.

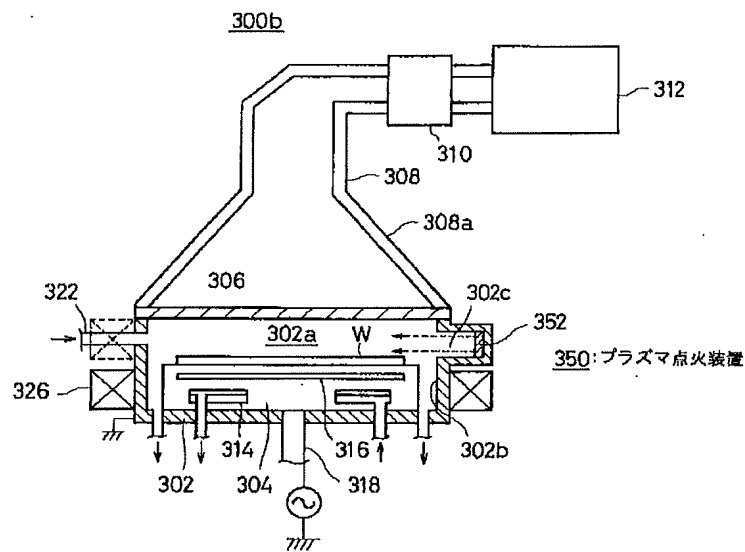
### 300: マイクロ波プラズマエッチング装置



【図 1 0】



【図 1 1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

C 2 3 F 4/00  
H 0 1 L 21/203  
21/205  
21/3065

識別記号

片内整理番号

F I

C 2 3 F 4/00  
H 0 1 L 21/203  
21/205  
21/302

技術表示箇所

D  
S  
C